

DOI: 10.16359/j.cnki.cn11-1963/q.2017.0012

朝向人类起源与演化研究的共业： 古人类学、考古学与遗传学的交叉与整合

高星^{1,2}

1. 中国科学院脊椎动物演化与人类起源重点实验室, 中国科学院古脊椎动物与古人类研究所, 北京 100044;

2. 中国科学院大学, 北京 100049

摘要: 对于方兴未艾的现代人类起源与演化问题的研究, 目前主要在遗传学、古人类学和旧石器时代考古学三个领域内进行。学者们提出了“多地区进化说”、“连续进化附带杂交说”、“出自非洲说”、“融合说”等观点与假说, 有的学说针锋相对, 南辕北辙。究其原因, 除了相关研究还处于盲人摸象的阶段, 只是在局部问题与材料上做分析和解释, 尚无法得出全面、能被普遍接受的结论外, 由于不同学科存在研究对象、方法和思路的不同, 学科间缺少了解、沟通与协作, 出现一些学术语言和研究结论不被彼此理解和接受的情况, 存在一定的误解与无谓的争论, 影响了相互之间的借鉴、互动和成果的共享, 进而妨碍了跨学科的整合研究并达成学术共识。其实, 每个学科都有自己的特点和不可替代的优势, 每个学科也有难以克服的弱点, 在解决人类起源与演化这样重大的学术问题上, 任何一个学科都不可能包打天下, 独享其成。因而, 开展相关领域的交流合作, 尤其是传统的古人类学、考古学与新兴的分子生物学之间的交叉与协作, 明确彼此的关注点、需求和专长, 凝练共同的学术问题和目标, 整合现有的研究问题、资源与成果并向着共同的学术方向一道前行, 是推动相关研究走向深入并破译现代人起源这一重大命题的必要举措。

关键词: 古人类学; 考古学; 遗传学; 现代人起源; 学科交叉

中图分类号: K871.11; 文献标识码: A; 文章编号: 1000-3193(2017)01-0131-10

Collaboration and Integration among Paleoanthropology, Archaeology and Genetics

Gao Xing^{1,2}

1. *Laboratory for Vertebrate Evolution and Human Origins of CAS at the Institute of Vertebrate Paleontology and Paleoanthropology, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100044;* 2. *The University of Chinese Academy of Sciences, Beijing, 100049*

Abstract: Modern human origins and evolution is a hot research topic about in full swing

收稿日期: 2017-01-09; 定稿日期: 2017-01-18

基金项目: 国家自然科学基金项目(41672024); 中国科学院重点部署项目(KZZD-EW-15); 科技部科技基础性工作专项(2014FY110300)

作者简介: 高星, 中国科学院古脊椎动物与古人类研究所研究员, 中国科学院大学岗位教授, 吉林大学、西北大学兼职教授。主要从事旧石器时代考古学研究。E-mail: gaoxing@ivpp.ac.cn

Citation: Gao X. Collaboration and Integration among Paleoanthropology, Archaeology and Genetics[J]. *Acta Anthropologica Sinica*, 2017, 36(1): 131-140

with no signs of slowing down. It has attracted researchers from several fields, especially genetics, paleoanthropology, and archaeology. As a result, several hypotheses have been proposed, including *Multi-regional Evolution*, *Continuity with Hybridization*, *Out-of-Africa*, *Partial Replacement* or *Assimilation*, etc. Some hypotheses are in fierce debate, describing totally different scenarios for modern human origins and dispersal. The main reason for such a development might be that such research is still in its premature stage, like blind men feeling an elephant and drawing conclusions on the basis of partial understanding of the whole body, no comprehensive and widely accepted ultimate result has been produced. We should also realize that there are some problems or obstacles hindering current research, preventing researchers from reaching consensus, such as the lack of communication, understanding and collaboration among relevant research fields, especially those three major disciplines. Due to the differences in research materials, evidence, methods and focus, each field has its unique strengths that cannot be replaced by other fields and certain weakness that cannot be easily overcome by itself, and not a single discipline can work on its own to solve all problems, especially on key academic issue such as modern human origins. Therefore, strengthening communication and interaction between traditional paleoanthropological fields and the burgeoning molecular biological fields, understanding each field's speciality and demands, carrying out multi-disciplinary and integrative research, should be the right direction and strategy in the research on human origins and evolution in the future.

Keywords: Paleoanthropology; Archaeology; Genetics; Human origins; Multi-disciplinary research

1 引言

在最近的 30 年中, 现代人类起源与演化问题成为学界研究和媒体传播的热点, 出现针锋相对的理论流派, 将古人类学、考古学、分子生物学等多个学科裹挟了进去, 其讨论之热烈和受关注程度之高, 可以说是继直立人和南方古猿被发现并将人类历史两次大幅度前推之后掀起的人类起源研究的第三次浪潮。不同于之前的研究与讨论, 在新的学术浪潮中, 研究工作不再局限于古人类学和考古学这样传统的领域, 而是由新兴的分子生物学或遗传学发端和引领; 相关证据不再局限于人类化石和考古材料, DNA 成为论据的主角; 研究的视野不再囿于宏观的化石与文化遗存的形态特征, 而是进入了微观的分子层面。由于参与领域的增加和科技手段的进步, 此一轮的研究不断有新的发现和新的认识, 不断取得新的突破, 但也因为不同学科间存在研究对象、方法和思路的不同, 学科间缺少了解、沟通与协作, 出现一些学术语言和研究结论不被彼此理解和接受的情况, 在一些问题上出现误解与无谓的争论, 影响了相互之间的借鉴、互动和成果的共享, 进而影响了在一些重要问题上做整合研究并达成学术共识。因而, 开展相关领域的交流合作, 尤其是传统的古人类学、考古学与新兴的分子生物学之间的沟通、协作, 明确彼此的关注点、需求和专长,

凝练共同的学术问题和目标, 整合现有的资源与成果并向着共同的学术方向一道前行, 是推动相关研究走向深入并取得更大突破的必要举措。

为此目的, 2016年9月6-7日间, 作者和付巧妹研究员及德国马普学会进化人类学研究所的 Svante Pääbo 先生共同发起了一个以“人类演化与适应生存方式 - 遗传学、考古学与人类学的交叉研究”为题的小型国际会议。研讨会在中国科学院古脊椎动物与古人类研究所举办, 来自国内外考古学、遗传学和古人类学、古环境学等不同领域的 50 多位学者参加了研讨和交流。我在会上做了题为“浅谈考古学、遗传学和古人类学交叉整合研究的必要性与意义”(Call for Collaboration and Integration among Archaeology, Paleoanthropology and Genetics) 的主题发言, 得到一些学者的反响。在吴新智院士的鼓励下, 我将报告整理成文, 以与更多的同行交流和讨论。

2 目前的研究现状与问题

自 1987 年三位西方遗传学家提出所有现代人的直接祖先都起源于非洲的“出自非洲说”后^[1], 现代人起源与演化成为一个炙手可热的学术问题和社会关注的焦点, 国际学术界围绕此问题形成两大理论阵营, 分别主张现代人类“非洲单一地区起源”和“多地区进化”, 发生着激烈的论辩, 并各自寻找证据, 推进研究, 强化论述^[2-11]。随着新材料的发现和研究成果的产生, 学术界对此问题的研究进一步深化, 相关假说也得到发展或修正。分子生物学在继续强化现代人从非洲起源并向其他地区扩散的论述, 通过高通量现生人群的遗传变异分析, 进一步推断早期现代人群走出非洲的时间和到达世界各地的节点, 以及现代人类各族群形成、融合的过程^[12-14], 同时在早期现代人与尼安德特人的遗传关系上获得突破, 提取到二者混血的 DNA 证据, 并发现在现代人形成过程中曾有几个“遗传人种”并存, 逐渐从“完全替代论”向“部分替代论”或“融合说”调整^[15-21]; 而人类化石的发现也表明在晚更新世中晚期并存几个不同的“形态人种”, 尼安德特人与早期现代人存在形态的混合与镶嵌^[22-25]; 考古学则发现所谓的“现代人行为”出现在不同的时间与地区, 并非与化石证据和遗传证据相一致, 于是研究视角从“行为现代性”转向“行为多样性”^[26]。

在此背景下, 中国地区的相关研究也取得重要进展, 理论认识得到深化。1998 年吴新智基于对中国晚期智人颅骨和牙齿特征的观察, 正式提出“连续进化附带杂交”的假说, 指出这个模式是“多地区进化说”在东亚的表现形式, 该模式可能贯穿中国古人类的进化历史^[27]。最近从湖南道县福岩洞、广西崇左智人洞等遗址新发现的人类化石表明, 早期现代人于 10 多万年前即在中国南方出现, 远早于“出自非洲说”限定的早期现代人移入的时间窗口^[28,29]; 对一些古老型人类化石的研究发现, 现代人的形态特点在本土的早期智人化石上有清晰的体现, 本土连续演化、镶嵌进化的论述得到进一步强化^[30,32]; 遗传学研究从 4 万年前的“田园洞人”化石上提取到线粒体 DNA 与核 DNA, 发现该个体的基因与现代东亚人和美洲印第安人很接近, 并且已经与同期的旧大陆西部古人群产生了遗传分异^[33]; 考古学研究则表明中国乃至东亚的石器文化及其反映的人群的生存方式一脉相承, 没有发生过中断或替代, “出自非洲说”所做出的该地区于距今 10-5 万年间发生过本土人群大灭绝的假设可以被否定^[34-36]。这些新的发现与成果, 尤其是学科交叉研究所取得的

进展,使该地区现代人起源与演化的脉络更加清晰起来,细节与过程正在被不断揭示与复原出来。但不同观点的争论仍在继续,很多缺环仍未被填补,很多证据仍然存在着多解的可能性,研究中的概念错误与前提误区仍然存在;参与其中的不同学科的从业人员在研究思路、方法和成果表达方式诸方面存在较大差异,阻碍了彼此之间的交流与合作,急需做多学科的交叉和整合研究,也需要方法与理念的创新和理论阐释的突破。

3 主要学科在相关研究上的优劣势

有关现代人起源与演化、扩散的研究主要在遗传学、古人类学和考古学三个领域内进行。由于研究对象、材料、方法和所关注的问题不同,各个学科有自己的特点,在人类起源与演化研究上各有优势和强项,也各有劣质和短板。

3.1 古人类学

在此使用的古人类学概念,特指对古人类体质特点和生长发育的研究,即通过人类化石的形态与结构特征研究人类的起源与演化,也可称其为“化石人类学”。

该学科研究的对象是人类化石,因而其擅长点和薄弱点取决于人类化石的丰贫度和所携带信息的完整性。人类化石保留着标本所代表的人体死亡时的某些体质特征,客观地记录着该个体的死亡年龄、性别、身高、脑量、营养健康、生长发育、古病理等生理信息(当然,信息的完整性和真实性视化石的保存情况而定),对古人类个体及其所代表的群体的演化阶段、演化地位和不同阶段的发展变化,不同地区人群的形态差异,古人类对环境变化的生理适应与调整等,提供直接的不可替代的形态证据,并在古人类生存与分布的时空信息,特定人群迁徙、扩散的路线,不同人群的基因交流等方面,提供重要的线索与启示。这些材料、证据与信息,对于研究和重建人类演化的过程、趋势与格局,对于构建人类起源与演化的理论,不可或缺。

吴新智通过对中国出土的古人类化石的形态观测和与其他地区标本的比较研究,指出东亚人类化石上存在系统性、连续性的演化特征和镶嵌进化的证据,包括颜面在水平方向扁平,鼻梁矮,鼻腔与眼眶之间骨表面平或稍凹,眼眶近长方形,上颌骨颧突下缘弯曲,与上颌体连接处位置较高,额骨与鼻骨和上颌骨相接的骨缝呈大致水平的弧形,额骨正中线上最突出处靠下,头骨最宽处在中三分之一部的后段,早期较强而中期较弱的正中矢状脊,上门齿呈铲形等,并在少量化石上提取到可能是基因交流导致的西方古人类常有的性状,进而提出东亚人类演化的“连续进化附带杂交”假说^[10,27]。近来在中国的一些古老型人类牙齿上进一步提取到向现代人演化的性状^[30],给该理论提供了更多的形态证据。在更大的层面上,人类演化出直立行走能力的时间,直立人相对于之前的人类脑量明显增大,尼安德特人独特的体质特征,现代人体质特点出现的时间和目标人群,尼人与早期现代人基因交流的形态证据等,这些重要人类演化信息的提取和科学结论的建立,都依赖于对人类化石形态和结构的观测分析,这就是为什么古人类学界对人类化石趋之若鹜,每每有所发现,都会成为轰动性的新闻,常能成为 Nature、Science 封面文章的缘故。

但该领域有明显的薄弱环节。人类化石毕竟凤毛麟角,被发现者往往残破不全,很难

提供完整的信息,存在着很多时空缺环,无法据此建立起早期人类演化的完整证据链;人体都有个体特点和变异,化石标本也同样,其形态对一个时段或群体的代表性存在被质疑的空间;对化石的形态和结构研究依赖两方面信息:测量性性状和非测量性性状,对后者的观察分析难免受到研究者经验与主观因素的影响,具有一定的不确定性;由于标本稀缺,定量分析和重复验证能力相对较差;有些化石因发现的偶然性或非经专业工作者发掘出土,年代和出土环境信息缺失,很难将其放到一个精确的年代框架中加以讨论;体质形态有些可能受制于遗传变异,有些应该源于环境适应,目前的阶段还很难将人类体质演变的内因外力区分出来,因而形态研究能够发现人类起源与演化的现象却难以揭示其动因与机理。因为化石本身的局限,一些重大学术问题目前还无法得到令人满意的解答,例如最初的直立行走是源于何种动因,是在陆地上演化出来的行为方式还是在树栖阶段就已经发生^[37]? 尼安德特人的内耳迷路是其独有的特征吗^[38]? 具有现代人形态特点的 Omo 头骨被从距今 10 万年提前到距今 20 万年^[39,40],可信度有多大? 中国地区年代超过 100 万年的古人类头骨只有蓝田公王岭出土的一具,它能代表该地区那样长时段内的古人类形态特点吗?

3.2 考古学

在考古学界,涉及人类起源与早期演化研究的领域是旧石器时代考古学。该学科通过古人类留下的物质文化遗存研究早期人类的技术、行为和文化演变以及人类应对环境变化的适应生存方式。该学科研究的对象是物质文化产品,包括人类制作和使用的工具,狩猎、采集与消费后的动植物遗存,艺术作品,墓葬,建筑遗迹,用火遗存等。相对于人类化石不易形成、保存和稀少,人类物质文化遗存要丰富得多,并在时空上有更好的连贯性;由于文化遗存多成组出土于考古地层,往往具有更好的年代与埋藏学基础,有清楚的遗物、遗迹间的共生关系或相关性。这些遗存是为适应生存的需要而被制造和遗留,因而反映着人类的技术发展和智能演化过程及社会关系,以及对特定环境的适应生存能力与方式;它们的存在可以标记特定人群活动的时空范围、迁徙扩散的路线,不同人群间的交流互动,不同区域间文化差异等,对特定技术的起源、传播及农业、文明、城市、国家等的起源都会提供关键信息;对一个地区或时段而言,可以提供人群演化是否连续,是否发生过中断、替代等方面的重要信息。

就中国地区现代人起源研究而言,旧石器时代考古学提供着独特、不可或缺的视角和佐证。例如,从石器技术而言,该地区旧石器时代文化与旧大陆西部具有明确的不同,在石器原料开发利用方式,石器制作技术,石制品类型、形态与组合,区域文化传统的传承等方面,从早到晚清楚地表现出一脉相承与连续发展的趋势和特点,没有外来文化对本土文化从根本上改造、替代的证据,也不存在“出自非洲说”倡导者所提出的 10-5 万年前中国地区本土人类因末次冰期灭绝而形成的人类演化空白^[41]。这样的证据和研究结论为“连续进化附带杂交”学说提供了重要而关键的支持^[34-36]。通过石器技术的比较研究和断代分析,还在水洞沟遗址追踪到旧石器时代晚期一支来自西北的古人群^[42-44],并得以知晓东亚古人群拥有有别于西方古人群的一些适应生存方式^[35,45]。

文化遗存也有其软肋。人类行为受大脑的支配,受自然条件和技术能力的制约,存在着很多不可掌控的主客观影响因素,其文化产品必然存在着很大变异,很少受生物演化自然规律的制约,规律性不强。由于这些特点,考古遗存对文化创造者的生物属性无法做

出直接、准确的反映，研究者的经验与主观因素会占有一定的成分，定量分析和重复验证能力相对较差，也难以通过文化属性揭示人类起源与演化的动因与机制。

在现代人起源与扩散问题上，西方学者曾经致力于寻找和辨识早期现代人技术与行为标识，并开出了包括石叶技术、精美的石器、磨制骨器、复合工具、装饰品、艺术品、墓葬、猎获大型动物的能力、对石料的热处理、对居址的复杂利用方式等一串清单^[46-49]。但随着研究的深入，发现很多所谓“现代人行为特征”其实早已被尼安德特人所拥有，例如墓葬、艺术作品、精美的工具等^[50, 51]，而在现代人出现的头 10 万多年间并没有找到与之配套的上述文化产品，于是意识到人类的行为变化远大于体质形态与遗传变化，考古学文化无法与人类的特定演化阶段或人群相对应，那些所谓的“现代人行为标志”出现在不同时期、不同地域和不同人群中。于是，从考古方面论述现代人起源，尤其为“出自非洲说”寻找或提供文化或行为证据的做法已在很大程度上被摒弃；多数考古学家正背离“现代人行为 (Modern Human Behavior)”或“行为的现代性 (Behavioral Modernity)”，而开始更多关注人类行为的多样性 (Behavioral Diversity)^[26]。

3.3 遗传学

遗传学或分子生物学是现代人类起源研究中异军突起的新秀，也是这一学术命题与相关讨论的发起者。目前该学科主要从两个方面对这个问题做分析、破译：1) 对现生人群遗传信息的提取和比较分析，从不同地区人群遗传多样性的多寡和古老基因的孑遗情况回溯、反推现代人起源与扩散的过程和祖裔人群可能的生存地，并借助分子生物钟推算现代人基因的起始点；2) 在古人类化石上提取 DNA 并做测序分析，破译该个体及其所代表群体的遗传密码，寻找与其他人群的遗传关系以及与我们现代人类的链接点。该学科立足日新月异的现代分子生物学技术和信息科技，相较古人类学和考古学具有更好的现代科学基础，具有很强的大数据分析和重复检测能力，能从很小的骨骼碎片上提取 DNA，甚至能从地层沉积物中提取人类或其他动物的 DNA。该领域强于微观分析，有能力揭示人类演化的内在原因或机理，因为演化的根本原因是遗传变异或 DNA 复制错误，那些适应环境、有利于生存的变异经过自然选择得以保留并在群体中扩散，带来种群的基因变化，并进而发生相应的体质和行为变化^[52]。

遗传学介入人类起源与演化研究，为传统的基于人类化石和文化遗存形态观察分析的研究模式带来了冲击和活力，为一些重大问题的破解提供了全新的科技手段，对古人类学得出的结论提供了一个补充、验证的机会。遗传学能做出考古学和体质人类学无法做到的事情，例如从世界各地代表性人群的 DNA 信息中发现现代非洲人比其他地区的人群具有更大的遗传多样性，进而通过聚类分析和演化树形分析出现代人类“出自非洲说”^[1]；从一小块指骨上的 DNA 中发现一个前所未有的古人类群体 - 丹尼索瓦人 (Denisovan)^[17]，进一步表明人类演化的复杂性；提取到尼安德特人与现代人混血的遗传证据，证明现代人的基因库中有尼安德特人的少量遗传贡献^[15]。

但该领域也同样有短板。在古 DNA 提取与分析方面，目前只在有限的化石上提取到 DNA，除了少数特例，所提取到的 DNA 都在 10 万年以内，主要材料来自欧亚大陆，更多地区的材料尚未被触及，尤其是未能获得非洲地区早期现代人的遗传基因，因而所获得的结果与结论难免偏颇与局限。在通过现生人群的遗传变异做溯源推导时，以前很多研究

依赖线粒体 DNA 信息在母系内追溯, 存在很大的局限性, 目前更多的核 DNA 被分析和关注, 情况正在改变: 现在生活在各地的人群或多或少经历了迁徙移动, 其间不断混血, 这样的迁徙融合对现今基因变异与分布会造成无法辨识的影响, 就如考古发掘中遇见“扰乱层”一样, 确凿的反推难以实现^[53]; 该领域所采用的某些假设前提有待验证或已被证明不可靠, 例如恒定的变异率或分子生物钟^[54], 将遗传多样性大小等同于演化历史的长短等; 很多文章或书籍简单地将不确定的现代人起源于非洲的时间表述为十分确定的 20 万年前。还应该指出, 通过现代人群的遗传变异对古代人群做溯源推导得出的只是有待验证的推论, 却常常被作为直接证据或既成事实加以表述甚至作为新研究的出发点; 在支持现代人起源于非洲假说的古人类学、考古学和遗传学的学者间, 存在循环论证、相互引述支持而不是独立研究的倾向或成分。

4 学科交叉与整合研究的必要性

如上所述, 参与现代人起源与演化研究的学科领域主要是古人类学、考古学和遗传学。年代学、古环境学及科技考古的一些领域也参与其间, 做着某种程度的贡献。就三个主要学科而言, 各有强项, 也各有短板, 所谓尺有所短, 寸有所长, 谁也无法包打天下。人类起源与演化研究是这些学科的共业, 彼此间必须交流与协作。

目前不同学科间交流是缺乏的, 互动则流于形式和表面。一些古人类学家(包括考古学家)对遗传学家通过现代人群的遗传变异推导远古人群的起源、演化的做法与结果存在疑虑, 但由于缺乏遗传学的专业知识, 又很难对其方法与结果做有效的深度分析; 他们寄望于遗传学家答疑解惑, 却发现一些遗传学家不屑于解释这些细节, 而遗传学内质疑与反对的声音又将研究者推到两个相互否定的极端, 让人无所适从。一些遗传学家对体质人类学与考古学缺乏基本的了解, 以古人类学和考古学材料与证据存在缺环和不确定性为由质疑这两个学科的科学基础, 对其研究结果不以为然, 甚至将后者扣上“狭隘的民族主义”的帽子而加以否定, 有时又会从后者的材料、结果或不同意见中断章取义、取其所需, 强化自己论述。当不同学科的研究结论发生矛盾时, 一些学者往往固持己见, 否定对方, 而很少检讨自己可能的问题并作交叉验证或相互协调。

其实, 不同学科间彼此是有所需求的。古人类学与考古学企盼遗传学能在微观上、分子层面上补强宏观证据的不足, 能对体质演变和行为方式的诸多现象提供遗传机制的阐释, 并在下述具体问题上对遗传学有热切的需求与期盼: 在人类起源与演化的一些重大节点或事件上, 例如直立行走, 毛发退化, 脑量增大, 语言产生, 享用一些特定食物, 适应高寒环境等, 哪些是遗传变异触发的, 具体是如何发生的? 人类一些体质特点演变, 例如大脚趾、大拇指变化, 眉脊弱化, 头骨壁变薄, 下颌隆突, 牙齿变小, 大脑越来越复杂等, 基因突变起过怎样的作用? 人类一些特定的生产与文化活动, 诸如制作工具, 追逐猎物, 艺术创作, 生殖繁衍, 暴力与互助, 都受哪些基因控制? 如何控制? 在人类演化过程中, 如何分辨遗传变异的作用和环境的压力与改造? 当然, 还希望借助分子生物学技术确凿地鉴定野生与驯化的植物、动物, 有效鉴别不同的食性人群(例如狩猎-采集人群与农业社群), 有效区分不同生态环境下的人群(例如热带-亚热带丛林中的人群与草原地区生存

的人群),有效分辨目前已高度融合的地球村人中不同族群的源头与融合的过程等。当然,对中国的材料而言,从包括金牛山人、大荔人、马坝人、许家窑人等在内的早期智人化石上提取 DNA,以便研究他们是否对现代人群有过基因贡献,他们与尼安德特人和丹尼索瓦人是否有亲缘关系等疑难问题,是学术界翘首以待的。

遗传学界也会从古人类学与考古学领域得到助益。前者对后者显而易见的需求是分析材料,即做古 DNA 提取和测序的人类骨骼样本,而且样本所附着的地理、地层和年代信息不可或缺。在提取用于分析测试的人骨样品时,最理想的状态是遗传分析者亲临发掘现场,与考古从业者并肩工作,在防止样本被人为污染的同时,搞清人骨的地层和埋藏学信息。当然,古人类学与考古学的作用并非仅仅是为遗传学提供标本和相关信息,遗传学从微观层面破译人类演化密码,其结论需要回到化石和文化遗存的宏观层面加以检验;遗传学也需要从古人类学研究中获得学术问题和方向,针对特定的问题开展研究,并与古人类学相关领域一道,从不同的侧面构筑人类起源与演化的理论大厦。因而,搞清古人类学的研究现状,知道人类学家、考古学家的问题和需求,对遗传学研究十分重要。

5 未来方向建议

如何加强相关学科间的交流、协作,由表层的互动变为深度的整合研究?作者认为可以从下述几个方面做出努力:

发展各自的学科,发挥各自的优势。学科都在发展完善之中,尤其现代精密仪器的出现和信息技术的发展,为各个学科提供了前所未有的发展契机。体质人类学会不断克服化石材料的困难,在获得更多标本的同时会从已有的材料上提取更多的信息和精细数据,利用断层 CT 技术将观测的对象从表面的形态延伸到内部的结构,强化量化分析,减少结果的不确定性。考古学也在发展实验模拟、微痕分析、残留物分析、同位素分析、材料分析等分支领域,并致力于提取文化遗存精细的图像与观测数据,加强量化分析,减少研究的主观成分。遗传学的发展更是日新月异,正在从对线粒体 DNA 信息的依赖转向核 DNA 和全基因研究,减少假设前提的不确定性和分析结果的片面性。对更多古人类 DNA 的提取和破译,将会对人类起源与演化研究带来更多重大的变革和突破。各自学科的发展完善会为学科间的交流互动奠定更好的科学基础。

在三个主要学科间做紧密的交流、合作。体质人类学、考古学和遗传学都以研究人类起源与演化为方向与目标,这奠定了三个学科交叉与合作的坚实基础。既然相关学科彼此需求,互有所长,就应该相互学习,相互了解,加强交流、合作,致力于从其他学科汲取信息与问题的营养,消除不信任与隔阂,消除学术语言的混乱,建立畅通的交流渠道和共同的工作平台。本次“人类演化与适应生存方式——遗传学、考古学与人类学的交叉研究”研讨会的召开,就开创了一个很好的先例。

与更多相关学科横向协作、互动。随着科技发展和人类起源研究成为显学,越来越多的学科领域在加入此方面的研究之中,学科的界限在不断打破。年代学、埋藏学、古环境学、蛋白组学、骨组织学、食谱分析、稳定同位素分析等领域都会对人类的演化与适应生存研究提供独特而重要的信息,对三个主要学科提供助力。

共同立项, 做交叉与整合研究。最有效的交叉、合作是共同立项, 在同一学术目标下组成研究团队, 对重大人类起源与演化问题从不同侧面做整合研究, 并选取资源丰富、条件成熟的某个遗址或区域做依托。这需要凝练科学问题与学术目标, 建立由各领域精兵强将组成的能有效合作的研究团队, 确立合理的技术路线, 制定可行的研究与管理计划。相信这样的综合性项目会取得更大的创新突破, 会产生重大学术成果, 也会培养具有广博视野的跨学科新型人才, 促进相关学科间的交流、交叉与合作, 反过来会促进各个学科的长足发展。

致谢: 本文在写作中与吴新智院士、付巧妹研究员等做过讨论, 作者感谢他们的建议与启发。彭菲提供了文献帮助, 两位审稿专家提供了建设性的意见与建议, 在此表达谢意。

参考文献

- [1] Cann R, Stoneking M, Wilson AC. Mitochondria DNA and human evolution [J]. *Nature*, 1987, 325: 31-36
- [2] Wolpoff MH, Wu XZ, Thorne AG. Modern *Homo sapiens* origins: A general theory of hominid evolution involving the fossil evidence from East Asia. In: Smith FH, Spencer F, editors. *The origins of modern humans: A world survey of the fossil evidence*. New York: Alan R Liss Inc., 1984
- [3] 吴新智. 中国远古人类的进化 [J]. *人类学学报*, 1990, 9(4): 312-321
- [4] Wolpoff MH. *Human Evolution* (1996-1997 edition). New York: McGraw-Hill, 1996
- [5] Chu JY, Huang W, Kuang SQ, et al. Genetic relationship of populations in China [J]. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 1998, 95(20): 11763-11768
- [6] 柯越海, 宿兵, 肖君华, 等. Y 染色体单倍型在中国汉族人群中的多态性分布与中国人群的起源及迁徙 [J]. *中国科学*, 2000, 30(6): 614-620
- [7] 柯越海, 宿兵, 李宏宇, 等. Y 染色体遗传学证据支持中国人起源于非洲 [J]. *科学通报*, 2001, 46(5): 411-414
- [8] 吴新智. 与中国现代人起源问题有联系的分子生物学研究成果的讨论 [J]. *人类学学报*, 2005, 24(4): 259-269
- [9] 吴新智. 中国古人类进化连续性新辩 [J]. *人类学学报*, 2006, 25(1): 17-25
- [10] 吴新智. 现代人起源的多地区进化说在中国的证实 [J]. *第四纪研究*, 2006, 26: 702-709
- [11] 高星, 张晓凌, 杨东亚, 等. 现代中国人起源与人类演化的区域性多样化模式 [J]. *中国科学: 地球科学*, 2010, 40(9): 1287-1300
- [12] Pagani L, Lawson DJ, Jagoda E, et al. Genomic analyses inform on migration events during the peopling of Eurasia [J]. *Nature*, 2016, doi:10.1038/nature19792
- [13] Mallick S, Li H, Lipson M, et al. The Simons Genome Diversity Project: 300 genomes from 142 diverse populations [J]. *Nature*, 2016, doi:10.1038/nature18964
- [14] Malaspina AS, Westaway M, Muller C, et al. A genomic history of Aboriginal Australia [J]. *Nature*, 2016, doi:10.1038/nature18299
- [15] Green RE, Krause J, Briggs AW, et al. A draft sequence of the Neanderthal genome [J]. *Science*, 2010, 328(5979): 710-722
- [16] Reich D, Patterson N, Kircher M, et al. Denisova admixture and the first modern human dispersals into Southeast Asia and Oceania [J]. *American Journal of Human Genetics*, 2011, 89, 516-528
- [17] Krause J, Fu Q, Good J, et al. The complete mitochondrial DNA genome of an unknown hominin from southern Siberia [J]. *Nature*, 2010, 464: 894-897
- [18] Vernot B, Akey JM. Resurrecting surviving Neandertal lineages from modern human genomes [J]. *Science*, 2014, 343(6174): 1017-1021
- [19] Prüfer K, Racimo F, Patterson N, et al. The complete genome sequence of a Neanderthal from the Altai Mountains [J]. *Nature*, 2014, 505: 43-49
- [20] Fu Q, Li H, Moorjani P, et al. Genome sequence of a 45,000-year-old modern human from western Siberia [J]. *Nature*, 2014, 514: 445-449
- [21] Fu Q, Hajdinjak M, Moldovan OT, et al. An early modern human from Romania with a recent Neanderthal ancestor [J]. *Nature*, 2015, 524: 216-219
- [22] Brown P, Sutikna T, Morwood MJ, et al. A new small-bodied hominin from the Late Pleistocene of Flores, Indonesia [J]. *Nature*. 2004, 431: 1055-1061
- [23] Curnoe D, Xueping J, Herries AIR, et al. Human Remains from the Pleistocene-Holocene Transition of Southwest China Suggest a Complex Evolutionary History for East Asians [J]. *Plos One*. 2012, 7: e31918

- [24] Darren C, Ji XP, Paul SC, et al. Possible signatures of hominin hybridization from the Early Holocene of Southwest China [J]. Scientific Reports, 2015, 5: 12408
- [25] Soficaru A, Dobos A, Trinkaus E. Early modern humans from the Peștera Muierii, Baia de Fier, Romania [J]. PNAS, 2006, 103: 17196-17201
- [26] Shea J. *Homo sapiens* Is as *Homo sapiens* Was: Behavioral Variability versus "Behavioral Modernity" in Paleolithic Archaeology[J]. Current Anthropology. 2011, 52: 1-35.
- [27] 吴新智. 从中国晚期智人颅牙特征看中国现代人起源 [J]. 人类学学报, 1998, 17: 276-282
- [28] Liu W, Jin CZ, Zhang YQ, et al. Human remains from Zhirendong, South China, and modern human emergence in East Asia [J]. PNAS, 2010, 107: 19201-19206
- [29] Wu Liu, María Martínón-Torres, Yan-jun Cai, et al. The earliest unequivocally modern humans in southern China [J]. Nature, 2015, 526: 696-699
- [30] Liu W, Schepartz L, Xing S, et al. Late Middle Pleistocene hominin teeth from Panxian Dadong, South China [J]. Journal of Human Evolution, 2013, 64: 337-355
- [31] 刘武. 早期现代人在中国的出现与演化 [J]. 人类学学报, 2013, 32: 233-246
- [32] 刘武, 吴秀杰, 邢松. 现代人的出现与扩散——中国的化石证据 [J]. 人类学学报, 2016, 35(2): 161-171
- [33] Fu QM, Meyer M, Gao X, et al. DNA analysis of an early modern human from Tianyuan Cave, China [J]. PNAS, 2013, 110, 2223-2227
- [34] 高星. 更新世东亚人群连续演化的考古证据及相关问题论述 [J]. 人类学学报, 2014, 33(3): 237-253
- [35] Gao X. Paleolithic Cultures in China: Uniqueness and Divergence [J]. Current Anthropology, 2013, 54 (Supplement 8): 358-370
- [36] 吴新智, 徐欣. 从中国和西亚旧石器及道县人牙化石看中国现代人起源 [J]. 人类学学报, 2016, 35(1): 1-13
- [37] Thorpe SKS, Holder RL, Crompton RH. Origin of human bipedalism as an adaptation for locomotion on flexible branches[J]. Science, 2007, 316, 1328-1331
- [38] Wu XJ, Crevecoeur I, Liu W, et al. The temporal labyrinths of eastern Eurasian Pleistocene humans[J]. PNAS, 2014, 111: 10509-10513
- [39] MacDougall I, Brown FH, Fleagle JG. Stratigraphic placement and age of modern humans from Kibish, Ethiopia [J]. Nature, 2005, 433: 733-736
- [40] Fleagle JG, Assefa Z, Brown FH, et al. Paleanthropology of the Kibish Formation, southern Ethiopia: Introduction [J]. Journal of Human Evolution, 2008, 55: 360-365
- [41] Su B, Xiao J, Underhill P, et al. Y-Chromosome evidence for a northward migration of modern humans into Eastern Asia during the last Ice Age[J]. The American Journal of Human Genetics, 1999, 65(6): 1718-1724
- [42] 高星, 王惠民, 关莹. 水洞沟旧石器考古研究的新进展与新认识 [J]. 人类学学报, 2013, 32(2): 121-132
- [43] Fei Peng, Huimin Wang, Xing Gao. Blade production of Shuidonggou Locality 1 (Northwest China): A technological perspective [J]. Quaternary International, 2014, 347: 12-20
- [44] Feng Li, Steven L Kuhn, Xing Gao, et al. Re-examination of the dates of large blade technology in China: A comparison of Shuidonggou Locality 1 and Locality 2 [J]. Journal of Human Evolution, 2013, 64: 161-168
- [45] 高星, 裴树文. 中国古人类石器技术与生存模式的考古学阐释 [J]. 第四纪研究, 2006, 26(4): 504-513
- [46] Klein RG. Anatomy, behavior, and modern human origins. Journal of World Prehistory [J]. 1995, 9: 167-198.
- [47] McBrearty S, Brooks AS. The revolution that wasn't: A new interpretation of the origin of modern human behavior [J]. Journal of Human Evolution. 2000,39: 453-563.
- [48] Bar-Yosef O. The Upper Paleolithic revolution [J]. Annual Review of Anthropology. 2002, 31: 363-393.
- [49] d'Errico F, Vanhaeren M, Barton N, et al. Out of Africa: Modern human origins special feature: Additional evidence on the use of personal ornaments in the Middle Paleolithic of North Africa [J]. PNAS, 2009, 106: 16051-16056
- [50] Nowell A. Defining Behavioral Modernity in the Context of Neandertal and Anatomically Modern Human Populations[J]. The Annual Review of Anthropology. 2010: 437-452.
- [51] Rodríguez-Vidal J, d'Errico F, Pacheco FG, et al. A rock engraving made by Neanderthals in Gibraltar [J]. PNAS, 2014, 111: 13301-13306
- [52] Walter, C. Thumbs, Toes, and Tears, and other Traits that Makes Us Human. New York: Walker Books, 2006
- [53] Gao X, Zhang XL, Yang DY, et al. Revisiting the origin of modern humans in China and its implications for global human evolution [J]. Science China (Earth Sciences), 2010, 40(9): 1287-1300.
- [54] Rodriguez-Trelles F, Tarrio R, Ayala F J. Erratic overdispersion of three molecular clocks: GPDH, SOD, and XDH[J]. PNAS, 2001, 98: 11405-11410